



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

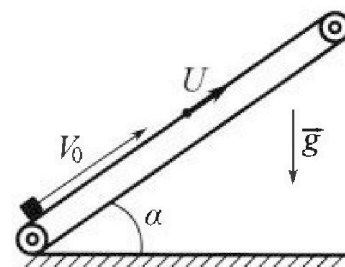
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободно го падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

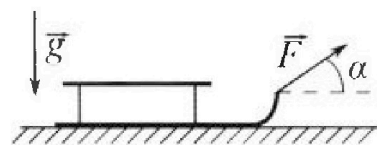
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



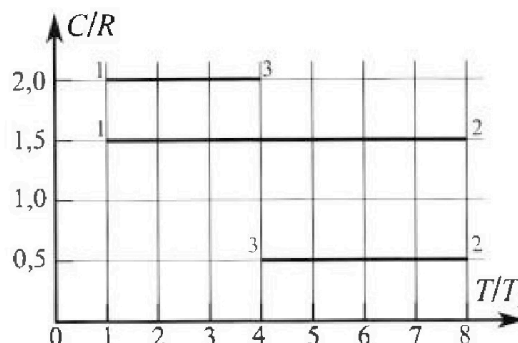
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

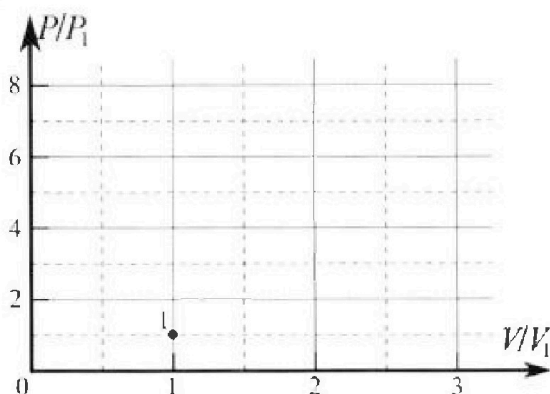


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

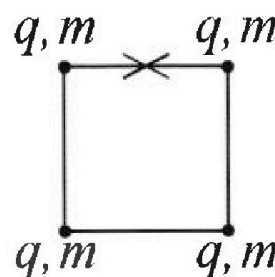


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

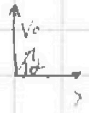
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача №1

$\alpha = 45^\circ$
 $L = 20 \text{ м}$
 $H = 3.6 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

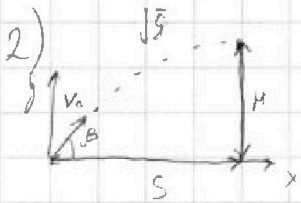


1) Выпишем канонические связи для оси x ^{если и горизонт.}
 t - время всего полета $\Rightarrow \frac{t}{2}$ - время до середины полета (вершина траектории) ^{в силу симметрии времени и длины полета}
 проекция на ось x $v_0 \cos \alpha$

$$\begin{cases} V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = L \\ g \cdot \frac{t}{2} = V_0 \cdot \sin \alpha \end{cases} \text{ (условие } v_y = 0 \text{ для вершины точки)}$$

$$\Rightarrow t = \frac{2V_0 \cdot \sin \alpha}{g} \Rightarrow \frac{V_0^2 \cdot 2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g} = L$$

$$\Rightarrow \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = L \Rightarrow V_0^2 = \frac{gL}{\sin 2\alpha} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin(2 \cdot 45^\circ)}} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



β - угол броска L - время полета до стены.

$$V_0 \cdot \cos \beta \cdot t = S \rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cdot \cos \beta}$$

$$H_s = V_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow H_s = \frac{V_0 \cdot S \cdot \sin \beta}{V_0 \cdot \cos \beta} - \frac{g \cdot S^2}{2 V_0^2 \cdot \cos^2 \beta}$$

Высота до борта т.е. высота стены на расстоянии S от старта.

$$= S \cdot \tan \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cdot \cos^2 \beta} \leftarrow \begin{cases} 1 + \tan^2 \beta = 1 + \frac{\sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} = \frac{\cos^2 \beta + \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta} \end{cases}$$

$$= S \cdot \tan \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot (1 + \tan^2 \beta) = S \left(\tan \beta \cdot \left(-\frac{g S}{2 V_0^2} \right) + \tan \beta - \frac{g S}{2 V_0^2} \right)$$

Используем параметр только β т.е. и $\tan \beta$, и относительно него H - квадратичный многочлен с отриц. коэф. при $\tan^2 \beta$ т.е. парабола ветвится вниз, максимум которой в вершине (H максимального т.е. $(\tan \beta)_{\text{opt}} = \frac{-1}{2 \cdot \frac{-g S}{2 V_0^2}} = \frac{V_0^2}{g S}$)

$$\Rightarrow H = S \cdot \left(\frac{-g S \cdot V_0^2 \cdot V_0^2}{2 V_0^2 \cdot g S \cdot g S} + \frac{V_0^2}{g S} - \frac{g S}{2 V_0^2} \right)$$

$$= S \cdot \left(\frac{V_0^2}{2 g S} - \frac{g S}{2 V_0^2} \right) = \frac{V_0^2}{2 g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \Rightarrow \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{V_0^2}{2 g} - H \Rightarrow S^2 = \frac{V_0^4}{g^2} - \frac{2 V_0^2 H}{g}$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{\frac{V_0^4 - 2 V_0^2 H}{g^2}} = \sqrt{\frac{(1000)^2 - 2 \cdot (200)^2 \cdot 3.6}{10^4}} = \sqrt{\frac{4000000 - 2 \cdot 200 \cdot 3.6}{10000}} = \sqrt{4 \cdot (1000 - 36)} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача №2

$$\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$V_0 = 6 \frac{m}{s}$$

$$\mu = 0,5$$

$$T = 1 \text{ c}$$

$$u = 1 \frac{m}{s}$$

$S_1, L - ?$

$$F_{TP} = \mu N; N = mg_y = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{TP} = m a_{TP} \text{ (23-й Ньютон)}$$

$$g_x = g \cdot \sin \alpha$$



F_{TP} и a_{TP} соответствуют направлению V_0

$$\mu a_{TP} = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow a_{TP} = \mu \cdot g \cdot \cos \alpha$$

У кинематических соотношений по осям: $S = V_0 T - \frac{(g_x + a_{TP}) T^2}{2}$

$$= V_0 T - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot (0,8 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1^2}{2} = 6 - 5 = 1 \text{ м}$$

т.е. S колесиков \Rightarrow ~~переходит еще не останавливаясь~~

проверим, что скорость еще не остановилась и F_{TP} не меняет направление.

$V(t) = V_0 - g(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) \cdot t = -4 \text{ т.е.}$ скорость направлена уже в другую сторону т.е. F_{TP} должна поменять свое направление и колесикой надо S и имеет отрицательное значение.

рассчитаем \Rightarrow пролетит ли

до остановки (время t_1)

$$\text{остановка при } V_0 = g(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) \cdot t_1 \quad \text{т.е. } t_1 = \frac{V_0}{g(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ c}$$

$$\text{тогда } S_1 \text{ (до остановки)} = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2 (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)}{2} = 6 \cdot 0,6 - 5 \cdot 0,6^2 = 0,6 \text{ (6-0,3)}$$

после S_1 F_{TP} и a_{TP} опять направлено в другую сторону. $= 1,8 \text{ м}$

$$\text{т.е. } S_2 = \frac{g(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) \cdot (t - t_1)^2}{2} = \frac{5 \cdot (0,8 - 0,5 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,6)^2}{2} = \frac{5 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{2} = 0,16 \text{ м}$$

$$\Rightarrow S = |S_1| + S_2 = 0,6 + 0,16 = 0,76 \text{ м}$$

т.к. движение равноускоренное по осям. $\text{1ed. } a \text{ со.}$

2) перейдем в ИСО транспорте ра z_0 $S = V_{\text{ис}} \cdot t - u$ тогда, если $V_{\text{ис}} = 1 \text{ м/с}$ приобретает скорость u и она останавливается в z_0 ИСО.

т.е. можно переформулировать задачу в коробку залезшую на неподвижный транспорт с $V_{\text{ис}} = V_0 - u$, через какое время она остановится.

в рассуждениях пользоваться вправо и влево.

$$T_1 = \frac{(V_0 - u)}{g(\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha)} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ c}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №2 (продолжение)

В) в какой с.о. требуется считать, на каком расстоянии от т. старта (с какой скоростью двигаться)

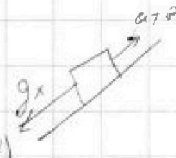
$v_{старта} = -u$

т.е. спустя время t_1 (из прошлого пункта) Фор движется навстречу

и за время t_2 возгонит санки до u

$$u = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{u}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$\Rightarrow t_{общ} = t_1 + t_2 = 0,5 + \frac{1}{10 \cdot 0,2} = 0,5 + 5 = 5,5 \text{ с}$$



путь, пройденный санками

тогда L от точки старта = $S(t_1) - S(t_2) + S_{санки}$

$$S(t_1) = (v_0 - u) \cdot t_1 - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t_1^2}{2}$$

$$S(t_2) = \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) t_2^2}{2}$$

$$S_{санки} = u \cdot t_{общ}$$

$$\Rightarrow S(t_1) = 5 \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5^2 = 0,25 \cdot (1 - 0,5) = 1,25 \text{ м}$$

$$S(t_2) = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,5^2 = 0,125 \text{ м}$$

$$S_{санки} = 1 \cdot 5,5 = 5,5 \text{ м}$$

$$\Rightarrow L = 1,25 + 1,5 = 1,75 \text{ м}$$

$$L = 1,25 + 0,125 + 0,5 = 1,875 \text{ м}$$

$$= 1,875 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №3 χ, m, μ

так как силы разгоняют χ одинаково в промежуток пути (тогда χ)
разница тратится только на трение и кинетич. энергию, поэтому запишем З.С. χ :

$$A_F = A_{\text{тр}} + K \quad A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot \chi \quad F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F \cdot \chi = \mu mg \cdot \chi + K \\ F \cdot \chi \cdot \cos \alpha = \mu mg \cdot \chi - \mu F \cdot \chi \cdot \sin \alpha + K \end{cases} \quad \begin{matrix} N_1 = mg \\ N_2 = mg - F \cdot \sin \alpha \\ A_{F1} = F \cdot \chi \\ A_{F2} = F \cdot \chi \cdot \cos \alpha \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \chi (F - \mu mg) = K + \mu mg \chi$$

$$\chi (F \cdot \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu mg) = K + \mu mg \chi$$

$$\Rightarrow F = \mu mg (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \Rightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \rightarrow \text{ответ}$$

если $\alpha = 0$, то может быть любой μ
если $\alpha = \frac{\pi}{2}$, то $\mu = 0$ это невозможно

$$2) k = \mu mg \cdot S \quad (\text{из З.С.} \text{ для } 2 \text{ случаев})$$

$$\Rightarrow S = \frac{k}{\mu mg} = \frac{k \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg} \rightarrow \text{ответ}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача № 4) $T_1 = 200 \text{ K}$; $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$; $\nu = 1 \text{ моль}$

$i = 3$ (одноат. газ)

Выпишем 1 моль-до Термодинамика: $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$ | $\nu \cdot \nu \Rightarrow C = \frac{A}{\Delta T \cdot \nu} + \frac{\Delta U}{\Delta T \cdot \nu}$ | $\cdot R$

$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \nu R \Delta T \Rightarrow C = \frac{A}{\Delta T \cdot \nu \cdot R} + \frac{3}{2}$ тогда ясно, что в процессе 12 - $A = 0$ т.е. $V = \text{const}$ изохорич.

Но в условии не было числа (состоят процессы) $12 \rightarrow A > 0$ (газ нагревают - окислитель. процесс)

$23 \rightarrow A > 0$ (газ охлажд + нагрев. сев. рол) $32 \rightarrow A < 0$ (газ нагрев. + нагрев. сев. рол)

$31 \rightarrow A < 0$ (газ охлажд + нагрев. сев. рол)

Ясно, что т.к. на графике $C = \text{const} \Rightarrow A \sim \Delta T$ т.е. $dA \sim dT$

1) $\frac{A_{31}}{\Delta T_{31} \cdot \nu \cdot R} = \left(\frac{C}{R} \right)_{31} - \frac{3}{2} \Rightarrow A_{31} = \Delta T_{31} \left(\left(\frac{C}{R} \right)_{31} - \frac{3}{2} \right) \cdot \nu \cdot R$
 $\Delta T = \left(\frac{\Delta T}{T_1} \right) T_1 \Rightarrow P \cdot dV \sim dT = C \frac{P \cdot dV}{P}$
 т.е. на графике $P(V) \Rightarrow$ это процесс адиабатического расширения
 $= -(-3) \cdot \left(2 - \frac{3}{2} \right) \cdot 1 \cdot 8,31 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 1 = 12,465 \text{ Дж}$

2) $\eta = \frac{Q_{полн}}{Q_{зат}}$
 $Q_{полн} = C_{12} \cdot \nu \cdot \Delta T_{12} + C_{23} \cdot \nu \cdot \Delta T_{23} + C_{31} \cdot \nu \cdot \Delta T_{31}$
 $= \frac{3}{2} R \cdot 7 T_1 - \frac{1}{2} 4 T_1 R - 2 \cdot 3 \cdot T_1 R = 2 T_1 \left(\frac{21 - 1 - 12}{2} \right)$
 $= 2 T_1 \cdot 4 = 8 \cdot 31 \cdot 200 \cdot 4 = 6648 \text{ Дж}$

из ранее указанного

$A_{полн} = (C_{12} - \frac{3}{2} R) \cdot \nu \cdot \Delta T_{12} + (C_{23} - \frac{3}{2} R) \cdot \nu \cdot \Delta T_{23} + (C_{31} - \frac{3}{2} R) \cdot \nu \cdot \Delta T_{31}$
 $= \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2} \right) R \cdot T_1 \cdot 4 + \left(\frac{3}{2} - 2 \right) R \cdot T_1 \cdot 3 = 2 T_1 \cdot \left(4 - \frac{3}{2} \right) = 2 T_1 \cdot \frac{5}{2}$
 $= 500 \cdot 8,31 = 4155 \text{ Дж}$

$\Rightarrow \eta = \frac{5 R T_1}{4 R T_1} = \frac{5}{4} = 0,625 \Rightarrow \text{ответ}$

3) $V_2 = V_1$ (Изохор.) $P_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$ ссл. ур. МКТ $\Rightarrow \nu R T_2 = P_2 \cdot V_1 \cdot \frac{T_1}{T_2}$
 $\nu R T_1 = P_1 \cdot V_1 \Rightarrow P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = P_1 \cdot \frac{1}{2}$

$\frac{C}{P} = \frac{3}{2}$ соответствует из некоторому количеству на графике для 23 $k = -\frac{1}{2}$
 для 31 $k = -\frac{1}{2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

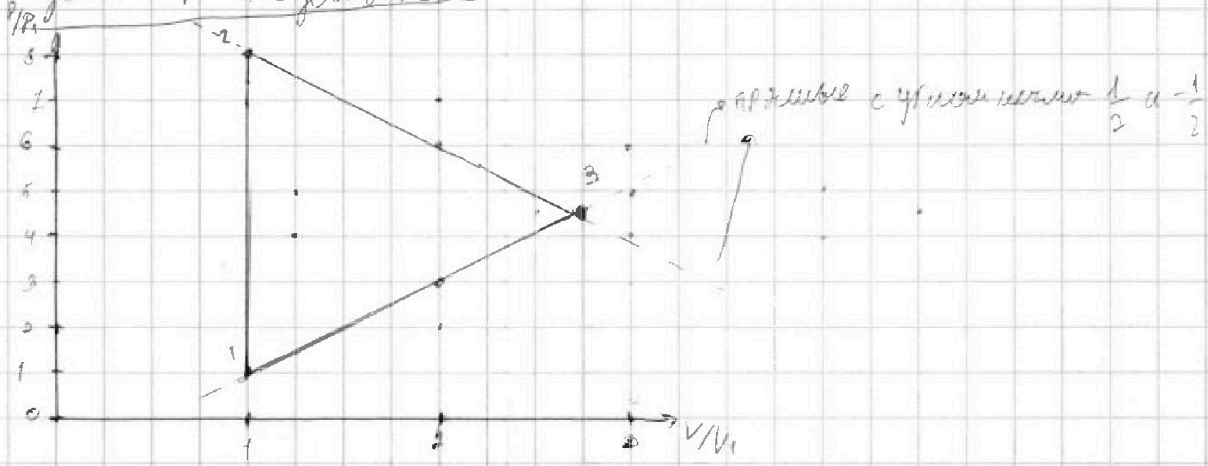
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №4 продолжение



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Подставим найденные радиусы a^2 :

$$\Rightarrow k = aT \cdot \frac{1 + \frac{1}{\sqrt{2}}}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}} = aT \cdot \frac{\frac{\sqrt{2} + 2}{2}}{2\sqrt{2} + 1} = aT \cdot \frac{\sqrt{2} + 2}{3(2\sqrt{2} + 1)} = \frac{4 - \sqrt{2} + 2\sqrt{2} - 6}{3 \cdot 4} \cdot aT = aT \cdot \frac{11\sqrt{2} - 2}{21}$$

Так как полученная схема (все на одной прямой) является равновесием

Т. к. цилиндров F_{12} то будем считать, что эта установка выдержит

Схема цилиндров F_{12}

В силу симметрии они могут приобрести только ширину

\perp повороту нити. Увеличение внешнего радиуса происходит по дуге окружности

найдем это положение из закона сохранения У. масс

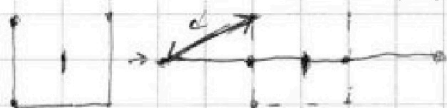
т. к. внешние силы не действуют

Центр масс $Ц.м$ находится в центре цилиндра.

центр $О_1$ находится между зарядами 1 и 2 .

$t.e. \Delta t = a/2$ $Ц.м.$ сместится на $a/2$ влево

$t.e.$ $Ц.м.$ сместится на $a/2$ отклон. на CO



важно, что тогда $d = \sqrt{a^2 + (a/2)^2} = a \cdot \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}a}{2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

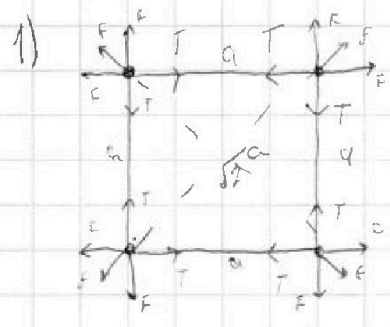
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 15



заметим, что 2 любых соседних шарика должны быть одного знака. т.к. в ином случае они притянутся, а сила действует по диагонали будет отталкивающей с меньшей силой. т.к. заряды одинаковы, и расстояния до него \Rightarrow все шары одного знака

тогда система симметрична и все силы

T одинаковы, рассмотрим один заряд F - силы от ближних шаров их результирующая $= \sqrt{2}F$ и направлена по диагонали и противоположна T суммируемся по диагонали отсюда $T = \sqrt{2}F$ и сила F

тогда условие равновесия: $\sqrt{2}T = \sqrt{2}F \Rightarrow T = F + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$

$$T = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2a^2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a^2} \Rightarrow q^2 = \frac{4\pi\epsilon_0 a^3}{1 + \frac{1}{\sqrt{2}}} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 a^3}{1 + \frac{1}{\sqrt{2}}}}$$

2) для системы выполняется З.СЭ, поэтому $K = W_{\text{пол}} - W_{\text{конц}}$

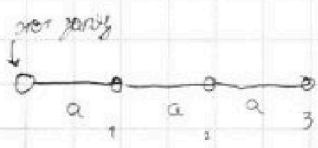
$\Rightarrow K = q \cdot (\varphi_{\text{пол}} - \varphi_{\text{конц}})$ в начальном моменте есть только эл. потенциальная энергия зарядов.

рассмотрим любой из зарядов, у которого обрвалась связь

$\varphi_{\text{пол}} = 2\varphi_c + \varphi_d$ соседний диагональный за $\varphi = 0$ приближенно удалили из системы

$$\varphi_c = E_c \cdot a = \frac{F}{q} a = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \quad \varphi_d = \frac{F}{q} \cdot \sqrt{2}a = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}a} \Rightarrow \varphi_{\text{пол}} =$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$



теперь найдем $\varphi_{\text{конц}}$

$$= \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right) = \frac{11}{6} \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$\Rightarrow K = \Delta\varphi \cdot q = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \cdot \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{11}{6}\right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{6}\right)$$



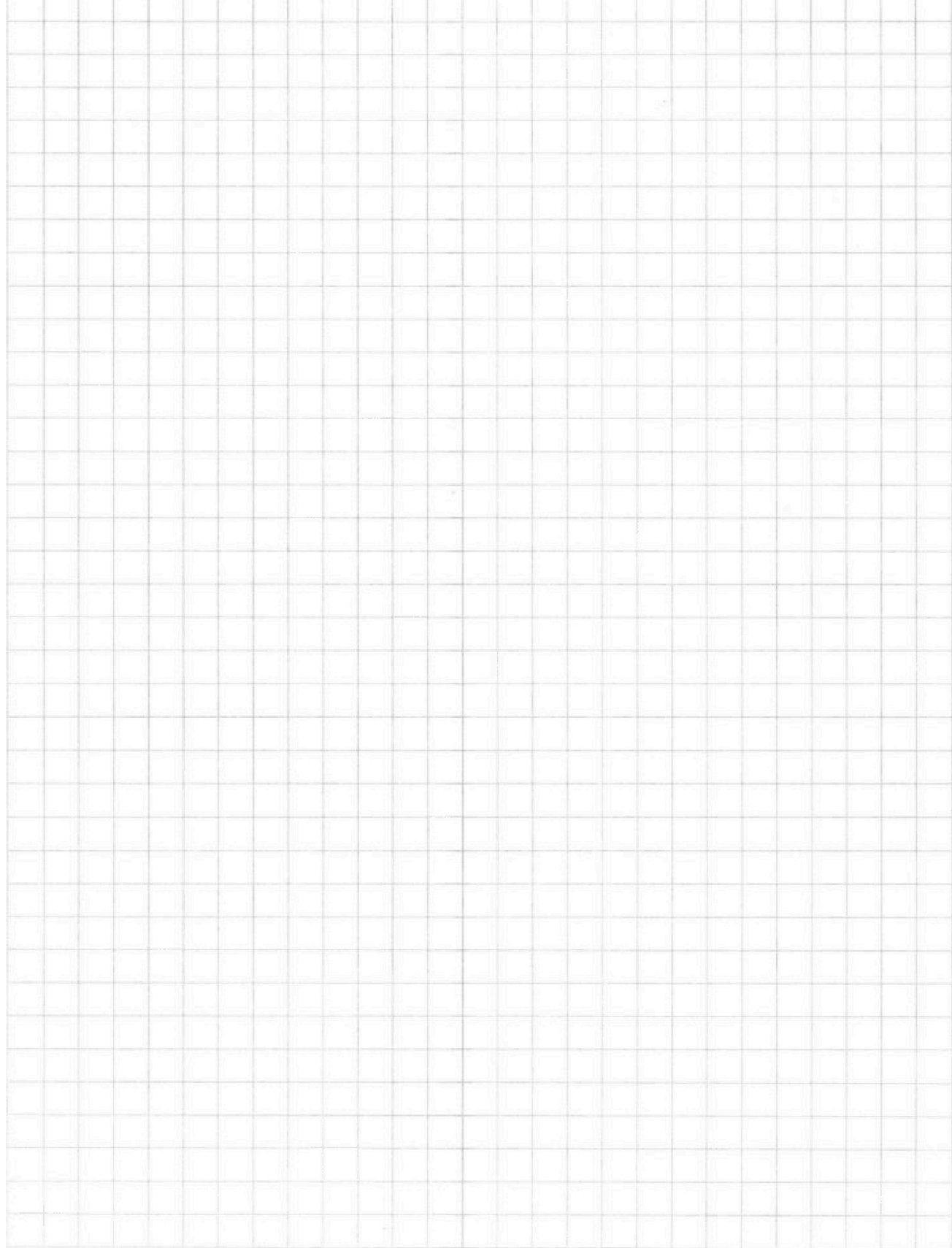
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





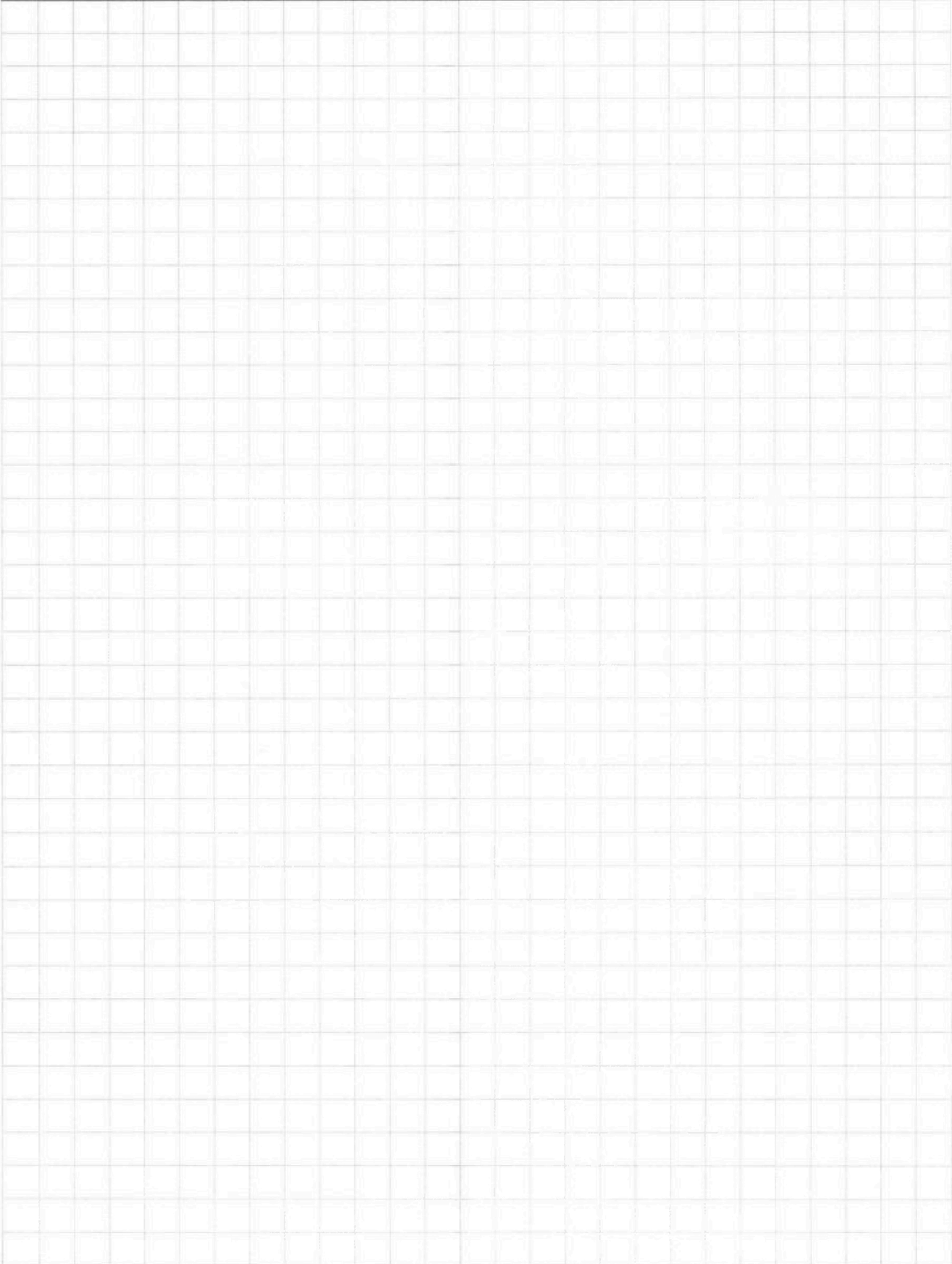
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{8,51}{800} = 0,0106375$$

$$\frac{5,018}{48} = 0,10435$$

$$3,6 - 3 \cdot 0,6 = 3,6 - 1,8 = 1,8$$

$$2,4 - 0,16$$

$$0,3(5 - 0,25) = \frac{40}{16} = \frac{5}{2}$$

$$C_p = C_v + 1$$

$$A \sim \Delta T$$

$$\frac{25}{0,5} = 50$$

$$\times 0,5$$

$$C_v = \frac{3}{2} R$$

$$P = 2V$$

$$P dV = \Delta T$$

$$-\frac{1}{2} \sqrt{\frac{831}{5}} = 41,55$$

$$C = \frac{R}{2}$$

$$R = \frac{3R}{2}$$

$$C = 2R$$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

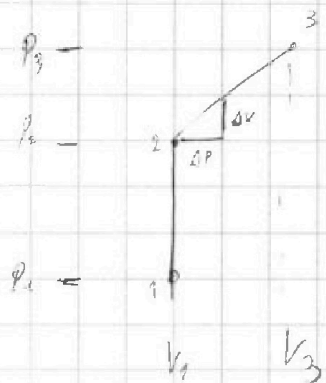
$$C = \frac{\Delta U}{\Delta T} + \frac{\Delta A}{\Delta T}$$

$$= \frac{3}{2} + \frac{\Delta A}{\Delta T}$$

$$\frac{12,465}{2} = 6,2325$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta T} = 0,5 R$$

$$46,62$$



$$\frac{(V_3 - V_1) (P_3 - P_1 + P_2 - P_1)}{2}$$

$$= \frac{(V_3 - V_1) (P_3 + P_2 - 2P_1)}{2} = A$$

$$\frac{8,31}{2} = 4,155$$

$$\frac{24,93}{2} = 12,465$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta V} \cdot \Delta V = A$$

$$\Delta P = 2 \cdot \Delta T$$

$$2 \Delta T \cdot \Delta V = A$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

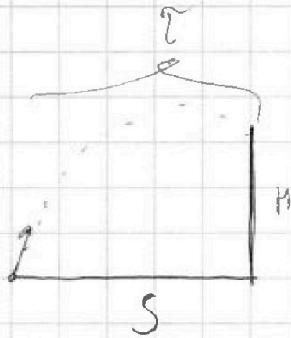
$\alpha = 45^\circ$ $L = 20 \text{ м}$ $V_0 = ?$

$$V_0 \cdot \cos \alpha \cdot \tau = L \Rightarrow \tau = \frac{L}{V_0 \cos \alpha}$$

$$g \cdot \frac{\tau}{2} = V_0 \cdot \sin \alpha \Rightarrow \tau = \frac{2 V_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g} \Rightarrow V_0^2 = \frac{gL}{\sin^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin^2 \alpha}}$$



$$V_0 \cdot \cos \beta \cdot \tau = S \Rightarrow \tau = \frac{S}{V_0 \cos \beta}$$

$$H_S = V_0 \cdot \sin \beta \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$\Rightarrow H_S = \frac{S \cdot \sin \beta \cdot V_0}{\cos \beta} - \frac{g \cdot S^2}{V_0^2 \cdot \cos^2 \beta \cdot 2}$$

$$H_S = S \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\Rightarrow H_S = S \left(\operatorname{tg} \beta - \frac{g S}{2 V_0^2 \cos^2 \beta} \right)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{V_0^2}{g S}$$

$$\Rightarrow H_S = S \left(\frac{V_0^2}{g S} - \frac{g S}{2 V_0^2} \right) = S \left(\frac{V_0^2}{2 g S} - \frac{g S}{2 V_0^2} \right)$$

$$400 = 40 \cdot 3,6$$

$$400 = 4 \cdot 36$$

$$9 \cdot (400 - 36)$$

$$4 \cdot 64$$

$$= 256$$

$$\frac{4}{x^2} = 256$$

$$\frac{4}{x^2} = 256$$

$$\frac{4}{x^2} = 256$$

$$\frac{4}{x^2} = 256$$

$$\frac{4}{x^2} = 256$$

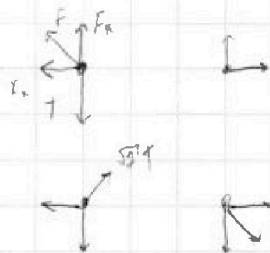
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



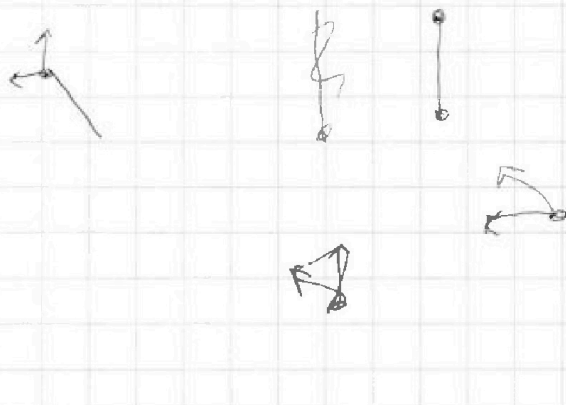
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\sqrt{2} F + \sqrt{2} = \sqrt{2} T$$

$$F + \frac{F}{\sqrt{2}} = T$$

$$\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2 \sqrt{2}} = T$$
$$\Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

